

学校编码: 10384  
学号: 21220051302259

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_  
UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

流域水环境质量回顾评价  
体系构建及其应用

Development and Application of Retrospective Assessment  
in Watershed Water Quality Assessment

张 菁 菁

指导教师姓名: 张 珞 平 教授  
Paolo Ricci (USF 教授)

专 业 名 称: 环 境 管 理

论文提交日期: 2008 年 6 月

论文答辩时间: 2008 年 6 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: 余兴光 教授

评 阅 人: 余兴光 教授

陈彬 研究员

2008 年 6 月

# 厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1. 保密（ ），在年解密后适用本授权书。
2. 不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名： 日期： 年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

## 摘要

目前世界上的绝大多数流域遭遇着同样的环境问题：人口增长，土地利用的变化以及不断增长的污染源等，造成流域水环境质量下降、水资源受到破坏，直接影响着全流域的社会经济的持续发展。如何有效地开展流域综合管理是目前亟待解决的棘手的问题。水环境质量回顾评价作为流域管理有效的工具，可以了解人类活动与流域环境变化之间的关系，为流域管理提供依据，促进流域社会经济和水资源可持续发展。

本文在全面分析和比较国内外不同水环境质量评价技术框架和方法的基础上，提出并构建了适用于流域水环境质量回顾评价的评价框架和方法体系，从时间回顾的角度出发，采用趋势检验、因子分析、相关回归分析等方法探讨人类已经进行的活动及自然因素对水环境质量的累积影响，寻找人口增长、经济增长、政策实施、气候变化等与水质之间的关系，并将其应用于福建省九龙江流域中。通过案例应用，对评价方案进行反馈、补充和完善。论文主要取得以下研究成果：

（1）构建了流域水环境质量回顾评价方法体系：该体系赋予流域水环境质量回顾评价新的内涵，对流域尺度、评价范围、评价单元划分、评价内容、评价因子等均作了详细的说明。所提出的技术路线侧重于时空趋势分析、相关分析、累积和生态效应评价等。与此同时，该体系根据回顾评价的特点，建立了一套以非参数统计检验和多元相关分析等相结合的方法。

（2）评价体系在九龙江流域的成功应用：案例应用获得了诸多有价值的成果。结果表明，九龙江流域的空间问题不统一。近 20 年来，北溪龙岩段水质累积效应明显，主要来源于近年来畜禽养殖的迅猛发展；西溪流域的水质影响因素发生了重大的变化，农业及土地利用等非点源问题越来越突出，水果种植中不当的化肥施用行为导致了该地区存在较为严重的氮污染问题。此外，通过案例应用可以看出，评价单元的划分、时空趋势分析、社会因子分析、相关分析以及生态效应分析等在流域水环境质量评价中起到了积极的应用效果。

本论文首次完整构建了适用于流域的水环境质量回顾评价的技术路线和方法体系，该评价方案适用于小流域尺度下的水质回顾评价。

**关键词：**回顾评价体系；水质；流域

## Abstract

Most watersheds all over the world are facing environmental issues of increasing population, land use change, point and non-point source pollution etc. With the decline of water quality and shortage of water resources, the sustainable development of socio-economic system in watershed would be affected. As a useful tool to integrated watershed management, the water quality retrospective assessment in watershed (WQRAW) could find out the relation between human activities and environmental changes. It could promote the decision-making in integrated watershed management towards sustainability.

Based on the review and comparison of the approaches and methods for water quality assessments, this paper set up a framework of WQRAW, and proposed the approach and methods for it by using trend detection method, factor analysis and regression method etc. The cumulative effect among human activities, natural factors and water quality were discussed. And then the framework was applied into Jiulong River Watershed, Fujian Province, China. The results are as follows:

(1) The Framework and approach for WQRAW was set up, which redefined the WQRAW, determined the concept and methods of watershed scale, boundary, assessing units, components and factors, focused on spatio-temporal trend and correlation analysis, cumulative effects and cause-effect analysis, and built the methods of WQRAW including non-parametric statistic test and multiple correlation method according to the characteristic of retrospective assessment.

(2) The WQRAW system was applied into Jiulong River Watershed. The Results showed that the spatial issues in the regions are not consistent. In the past 20 years, the cumulative effect of water quality was found in the Longyan area of the North River of the Watershed due to the rapidly increasing in livestock-culture. The factors affected water quality have rapidly shifted due to land use change in the Watershed, for example, heavy nitrogen pollution recent years in West River area was mostly caused by the fertilizer used in fruit planting increasing. In addition, the application of the WQRAW was effective by combining trends analysis, correlation analysis and

ecological effect etc.

The approach and methods for WQRAW were fully established for the first time. It could be applied especially in the watersheds on a small scale.

**Key Words:** Retrospective Assessment; Water Quality; Watershed

厦门大学博硕士论文摘要库

# 目录

<b>第一章 前言 .....</b>	<b>1</b>
<b>第二章 国内外研究进展.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 法律和标准 .....</b>	<b>3</b>
2.1.1 相关法律 .....	3
2.1.2 标准 .....	5
<b>2.2 水环境质量评价方法 .....</b>	<b>6</b>
2.2.1 指数评价法 .....	6
2.2.2 数学方法 .....	7
2.2.3 基于计算机的方法及其他 .....	8
2.2.4 评价方法小结 .....	9
<b>2.3 水环境质量评价技术框架 .....</b>	<b>10</b>
2.3.1 评价对象不同 .....	10
2.3.2 评价时段不同 .....	15
2.3.3 评价目的不同 .....	19
<b>2.4 发展趋势 .....</b>	<b>22</b>
<b>2.5 国内外研究存在的不足 .....</b>	<b>23</b>
<b>第三章 研究的主要内容及技术路线 .....</b>	<b>24</b>
3.1 研究目标.....	24
3.2 研究内容.....	24
3.3 研究技术路线.....	24
3.4 研究方法 .....	26
<b>第四章 流域水环境质量回顾评价的方法体系 .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 现有各种回顾评价的比较和不足 .....</b>	<b>28</b>
4.1.1 验证性回顾评价 .....	28
4.1.2 累积影响评价.....	28
4.1.3 环境演变分析 .....	28
4.1.4 小结.....	29
<b>4.2 流域水环境质量回顾评价的定义和内容 .....</b>	<b>29</b>
4.2.1 流域水环境质量回顾评价的理论基础 .....	29
4.2.2 流域水环境质量回顾评价的定义.....	30
4.2.3 流域水环境质量回顾评价的意义和作用.....	30
4.2.4 流域水环境质量回顾评价的评价内容.....	30
<b>4.3 流域水环境质量回顾评价的技术路线 .....</b>	<b>31</b>
4.3.1 评价原则.....	31
4.3.2 评价区的确定.....	32
4.3.3 评价内容与重点.....	35

4.3.4 评价因子.....	36
4.3.5 评价技术路线.....	38
<b>4.4 流域水环境质量回顾评价的方法 .....</b>	<b>40</b>
4.4.1 时空趋势分析.....	40
4.4.2 相关性分析.....	42
4.4.3 压力—效应关系模型.....	44
4.4.4 水环境质量效应评价.....	46
4.4.5 评价方法小结.....	47
<b>4.5 流域水环境质量回顾评价体系的应用 .....</b>	<b>47</b>
4.5.1 流域水环境质量回顾评价体系总结.....	47
4.5.2 流域水环境质量回顾评价体系的特色.....	47
4.5.3 适用性及其应用.....	48
<b>第五章 案例应用—福建省九龙江流域综合规划环境影响评价 ...</b>	<b>49</b>
<b>5.1 研究背景 .....</b>	<b>49</b>
5.1.1 项目由来.....	49
5.1.2 研究区概况.....	49
<b>5.2 评价框架 .....</b>	<b>55</b>
5.2.1 评价技术路线.....	55
5.2.2 数据说明.....	58
5.3 评价结果及分析.....	61
5.3.1 空间分析及其回顾评价.....	61
5.3.2 趋势分析及其回顾评价.....	66
5.3.3 因子相关分析.....	69
5.3.4 效应评价 .....	77
<b>5.4 流域水环境问题识别与决策支持 .....</b>	<b>79</b>
<b>5.5 流域水环境质量回顾性评价体系的应用效果及其修订 .....</b>	<b>81</b>
5.5.1 流域水环境质量回顾性评价的成果.....	81
5.5.2 流域水环境质量回顾性评价的应用效果.....	82
5.5.3 流域水环境质量回顾性评价体系的完善.....	84
5.5.4 流域水环境质量回顾性评价体系应用中存在的不足及其改进.....	84
<b>5.6 总结 .....</b>	<b>84</b>
<b>第六章 论文结论 .....</b>	<b>86</b>
6.1 主要研究成果.....	86
6.2 论文创新点 .....	87
6.3 研究中存在的不足 .....	87
6.4 研究展望 .....	88
<b>参考文献 .....</b>	<b>89</b>
<b>致谢 .....</b>	<b>97</b>



## TABLE OF CONTENTS

<b>1 PREFACE .....</b>	<b>1</b>
<b>2 LITERATURE REVIEW.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 LAWS AND STANDARDS.....</b>	<b>3</b>
2.1.1 Laws.....	3
2.1.2 Standards.....	5
<b>2.2 WATER QUALITY ASSESSMENT METHODS .....</b>	<b>6</b>
2.2.1 Index methods.....	6
2.2.2 Mathematic methods.....	7
2.2.3 Computer-based methods.....	8
2.2.4 Brief summary .....	9
<b>2.3 WATER QUALITY ASSESSMENT APPROACH .....</b>	<b>10</b>
2.3.1 Different objectives.....	10
2.3.2 Different timing .....	15
2.3.3 Different purposes.....	19
<b>2.4 DEVELOPMENT TREND .....</b>	<b>22</b>
<b>2.5 QUESTIONS OF PREVIOUS STUDIES.....</b>	<b>23</b>
<b>3 CONTENTS AND APPROACH OF STUDY.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 OBJECTIVES.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 CONTENTS .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 APPROACH.....</b>	<b>24</b>
<b>3.4 METHODS.....</b>	<b>26</b>
<b>4 FRAMEWORK OF WATER QUALITY RETROSPECTIVE</b>	
<b>ASSESSMENT IN WATERSHED (WQRAW) .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 THE COMPARISON AMONG RETROSPECTIVE ASSESSMENTS .....</b>	<b>28</b>
4.1.1 Test-based retrospective assessment .....	28
4.1.2 Cumulative effect assessment .....	28
4.1.3 Environmental change analysis.....	28
4.1.4 Brief summary .....	29
<b>4.2 THE DEFINITION AND CONTENTS OF WQRAW .....</b>	<b>29</b>
4.2.1 Theoretical foundation of WQRAW .....	29
4.2.2 The definition of WQRAW .....	30
4.2.3 The function and meaning of WQRAW.....	30
4.2.4 The contents of WARAW.....	30
<b>4.3 THE APPROACH OF WQRAW .....</b>	<b>31</b>
4.3.1 Principles.....	31
4.3.2 Boundary.....	32
4.3.3 Contents and focus .....	35

4.3.4 Factors .....	36
4.3.5 Approach .....	38
<b>4.4 THE METHODS OF WQRAW .....</b>	<b>40</b>
4.4.1 Spatio-temporal trend analysis .....	40
4.4.2 Correlation analysis .....	42
4.4.3 Cause-effect model .....	44
4.4.4 Water quality effects assessment .....	46
4.4.5 Brief summary .....	47
<b>4.5 THE APPLICATION OF WQRAW FRAMEWORK.....</b>	<b>47</b>
4.5.1 Conclusion of WQRAW framework .....	47
4.5.2 Specialities of WQRAW framework.....	47
4.5.3 Applicability.....	48
<b>5 CASE STUDY—JIULONG RIVER WATERSHED PLANNING</b>	
<b>ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT, FUJIAN .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1 RESEARCH BACKGROUND .....</b>	<b>49</b>
5.1.1 Project background .....	49
5.1.2 Research area introduction.....	49
<b>5.2 APPROACH.....</b>	<b>55</b>
5.2.1 Approach .....	55
5.2.2 Data explanation .....	58
<b>5.3 RESULTS AND ANALYSES .....</b>	<b>61</b>
5.3.1 Spatio analyse and retrospective assessment .....	61
5.3.2 Trend analyse and retrospective assessment .....	66
5.3.3 Factors correlation analyse .....	69
5.3.4 Effects assessmnet .....	77
<b>5.4 WATER QUALITY ISSUES IDENTIFICATION AND MANAGEMENT</b>	
<b>SUPPORT .....</b>	<b>79</b>
5.4.1 Outcomes .....	81
5.4.2 Effectivity .....	81
5.4.3 Further completion.....	82
5.4.4 Questions and improvements .....	84
<b>5.5 THE APPLICATION AND AMENDMENT OF WQRAW .....</b>	<b>84</b>
<b>5.6 BRIEF SUMMARY .....</b>	<b>84</b>
<b>6 CONCLUSION.....</b>	<b>86</b>
<b>6.1 OUTCOMES.....</b>	<b>86</b>
<b>6.2 INNOVATION.....</b>	<b>87</b>
<b>6.3 QUESTIONS.....</b>	<b>87</b>
<b>6.4 FUTURE WORK .....</b>	<b>88</b>
<b>REFERENCE .....</b>	<b>89</b>
<b>ACKNOWLEDGEMENT.....</b>	<b>97</b>

## 第一章 前言

众所周知，人类可利用的淡水约占全球水资源总量的万分之七。流域作为淡水资源的主要汇集地，与人类的生存和发展息息相关。然而目前世界上的流域却在遭遇同样的环境问题：人口增长，土地利用的变化以及不断增长的非点源污染等（Steinman et al., 2006）。

流域接纳来自工业、农业、生活以及污水处理厂等排放的污水，其中含有各种未知的化学物质。这些水体承担着饮用、灌溉、娱乐等功能，因此，水污染必然会引发公众健康危机以及生态系统破坏等问题（Jian-Yong Wu, 2005）。在发展中国家，由于高速的人口增长和工业发展，水质问题更为严重（N.MLADENOV et al., 2005）。加强对流域水质问题的管理必须尊重河流的自然属性，也必须考虑社会、经济等各方面的因素。水环境质量回顾评价作为流域管理有利的工具，可以了解人类活动与流域环境变化之间的关系，为流域管理提供依据，促使流域社会经济、水资源可持续发展。

回顾评价可以反映人类已经进行的活动对环境的影响，识别环境的发展趋势，寻找它们之间的联系，检验政策、项目、措施实施的有效性及其预测的准确性，完善环保措施，可以为预测和管理提供依据。而且流域常常涉及多个行政区，回顾评价可以明确流域水环境变化的原因和来源，有利于管理措施的制定和执行。

目前，人类活动对环境变化的影响已成为全球研究的热点和前言问题。要分析环境的演变，必须从回顾的角度出发，而一般的回顾评价则是针对项目而言的，是对原环境影响评价中提出的预测结果和缓解措施进行检验。也有一些学者对于环境演变的机制做了研究，从土地利用变化的角度出发，研究它与水文(Yang DQ, 2004)，鱼类种群(Schweizer PE, 2005)，水质(Paula Dawe, 2006)等的关系，试图解释引起环境变化的人为原因，但并未把它们定义为回顾评价的范畴，并且其评价内容的完整性有待进一步完善。

国内外关于水环境评价的方法已相当成熟，可分为指数评价法、数学评价法和计算机评价法等，这些不同的方法大都是针对现状和预测评价的，虽然回顾评价与现状评价在数据上具有相同的已知性，但他们的目的却不尽相同，现状评价

的目的在于找出主要问题，回顾则更关注累积影响、趋势分析和相关性分析。因此对于流域回顾评价方法体系的可适性和有效性仍有待探讨。

2006年8月，福建省发展与改革委员会下达“流域规划环境影响评价”任务，这是我省第一批正式开展的规划环境影响评价工作，我校承担了“福建省九龙江流域综合规划修编环境影响评价”的研究工作，这为流域水环境回顾性评价的实例应用研究提供了一个良好的平台。

本文从时间回顾的角度出发，探讨人类已经进行的活动及自然因素对水环境质量的累积影响，寻找人口增长、经济增长、政策实施、气候变化等与水质之间的关系，建立广泛的流域水环境质量评价方法体系，并通过案例应用，对其进行分析和完善，从而为流域管理提供依据。

## 第二章 国内外研究进展

水质被定义为水体各类物理、化学、生物和细菌参数的定量或定性水平 (SARGAONKAR, 2002)。自 20 世纪 60 年代以来, 为了保护人类和水生生物健康, 很多国家和组织制定了各类污染物质标准, 并由此展开了水环境质量评价工作。

水环境质量是社会、经济可持续发展的基础条件。水环境质量评价可以分析研究各种水资源开发利用中出现的现象和问题, 综合反映水环境的各种状况, 并能够找出水环境的影响因素, 从而为水环境管理提供科学的具体手段和工具。此外, 随着经济的发展, 人民生活水平的提高, 用水量急剧增加, 水资源的短缺和保护问题将会更加突出, 水环境质量评价可以反映水体的环境质量, 了解水体存在的问题, 并发现问题的根源, 为环境管理提供参考依据, 以更好地利用和保护水资源。

本节的目的是总结近几年国内外水环境质量评价的研究进展, 给出评价的技术框架、方法以及在不同条件下的应用情况和存在的问题等, 介绍和比较各种评价水环境质量的方法, 为水环境评价的应用提供帮助。水环境评价分为地表水(也称地面水)和地下水两大部分, 地表水又分为河流、湖泊(水库)、河口和海洋等几部分(陆雍森, 1999)。它的评价原则包括: 全面性原则、独立相关原则、可操作性原则、科学性原则、准确性原则(焦土兴, 2004)。

### 2.1 法律和标准

#### 2.1.1 相关法律

本节主要介绍在欧洲应用广泛的“水框架指令”(Water Framework Directive, WFD) 和美国的“清洁水法”(Clean Water Act) 以及我国在这方面的立法情况。

##### (1) 欧洲的“水框架指令”(Water Framework Directive, WFD)

欧盟议会于 2000 年 10 月建立并采用了“水框架指令”(Directive 2000/60/EC), 并规定于 2003 年 12 月 22 日成为国家法律。它建立在欧盟内部一些与水相关的政策基础之上, 包括硝酸盐指令和游泳用水水质指令。其主要

的目标是：(1)扩大水环境保护范围，包括所有的地表水、地下水、海岸到一海里范围内的海水；(2)欧洲的大部分水域于 2015 年达到质量指令中定义的良好状态目标；(3)提出需进行风险评价和至少每隔四年进行主要水质因子的回顾评价等来满足排放控制和标准的要求以更好地管理水质和水量（WFD legislative text）；(4)促进水资源的费效分析；(5)在水环境管理中，加强咨询水平和公众参与力度；(6)与现有的欧洲水法并存。特别要指出的是，WFD 中最重要的程序要求是根据水文自然条件而不是行政边界建立流域管理区，执行流域管理计划（RBMPs）(Jeremy Carter, 2006)。

根据 WFD 的要求，实施流域管理计划（RBMPs）以指导欧洲水环境评价的实施和发展，并已经在欧盟各国得到广泛应用。Zs. Nagy（2005）等人依据 WFD 对匈牙利首都北部 Mogyoro'd-brook 河流进行评价，借鉴了意大利的河边河道环境总量（RCE）方法进行评分，快速地评价了河流的管理水平和环境状况。由此可知，在 WFD 的指导下，其评价重点是河流的生态条件，WFD 强调的 RBMPs 应用于层次较小的河流中尚存在一些问题，有待进一步研究。欧盟各国互相借鉴经验和方法有助于 WFD 的实施，并使 WFD 中要求的数据库更加完善。

### （2）美国的“清洁水法”(Clean Water Act)

美国 EPA 的“清洁水法”（Clean Water Act, CWA）的前身是联邦水污染控制法，于 1977 年修订后，成为知名的清洁水法，现在实行的是于 2002 年最新修订的版本。它是美国地表水环境质量保护的基础（法律并没有直接涉及地下水水质问题），法令调整了很多措施，大大减少了水污染物的排放，建立了市政污水处理设施并进行了污染排放管理，这些手段使得国家水环境的物理，化学，生物完整性得到保持和恢复，达到“鱼类，贝类，野生动物的保护和繁殖以及娱乐用水的需求”。过去十年来，自然和生态的完整性渐渐受到关注，从原来的注重点源排放、项目管理、污染治理发展到更完整的以流域为基础的战略措施。在此指导下，更关注保护健康的水域和恢复受损的水体，并且使利益相关者也参与到其中来（US EPA）。

### （3）中国有关水环境评价方面的法律

中国有关水环境评价方面的法律有《中华人民共和国水法》（2002 修正），《中华人民共和国水污染防治法》（1996 年修正），《中华人民共和国海洋环境保护法》（1999 年修正）和《中华人民共和国环境影响评价法》（2002 修订）。值得一提的是，环境影响评价法包括规划的环境影响评价和建设项目的环境影响评价，对两者的报告书内容作了要求，不足的是只有规划的环境影响评价有法可依，未包含更大范围的政策、计划及其他对环境有影响的战略环境影响评价。

### 2.1.2 标准

水环境标准是水环境评价的重要依据，各国国情、自然状况以及科技发展水平的不同造成水环境标准存在很大差异。从水质的方面来看，国际上以及一些国家制定的标准有：欧盟标准（EC Standards），世界健康组织标准（WHO Guidelines），德黑兰的水科学和水资源技术机构制定的水质标准（WQIHSR, Tehran），McKee 和 Wolf 的水质标准（Aabha Sargaonkar, 2002），美国的水环境标准（USEPA, 2005）等。

这些标准大都根据不同用水需求划分，考虑了人体健康，并且参数还包括了一些可能对水生生物或消费水生生物有潜在危害的污染物。但分类和层次上却不尽相同，比如可接受浓度，最高允许浓度以及行动计划内允许的浓度等等。

我国的水环境标准种类繁多，有地表水水质标准，地下水水质标准，海水水质标准，渔业水质标准，生活饮用水卫生标准，农田灌溉水水质标准等等。这些标准只考虑人类的需求，即使是渔业水质标准，也是从人类的角度出发，考虑了海水和淡水的养殖区区域，对水生生态和生物本身并没有予以真正的考虑，王初升等(1999)指出，我国尚没有专门的海洋生物标准，已有的《食品卫生标准》其中的水产品部分，并无涉及到海洋环境质量问题。相比较美国对于水生生物标准制定的程度，国内这方面的空缺给水环境生态系统评价的实施造成了很大的困难。

## 2.2 水环境质量评价方法

### 2.2.1 指数评价法

水环境质量指数评价法是目前在水环境质量评价中应用最广泛的一类评价方法，分为单因子环境质量指数和多因子环境质量综合指数两类。单因子环境质量指数是用监测数据与评价标准之比作为评价环境质量的指数，并以此确定其功能类别。多因子环境质量综合指数多数是以单因子环境质量指数 ( $C_i/S_i$ ) 做为基本单元，通过对各个因子的数学运算，如算术平均，加权平均等，得到一个综合指数作为环境质量的评定尺度 (蒋火华, 2000)。进而判断水质的好坏程度。综合指数的各种方法都各自按其指数大小分出了污染等级，但这样的评价结果只能定性地说明污染程度是轻、严重还是非常严重,不能确定其功能类别为几类 (梁德华, 2002)。

通过文献 (辛月霖等, 2005; 吴善等, 2004; Joseph 等, 2000; USEPA, 2005; 申锐莉等, 2006; 丁菁等, 2006; 薛巧英, 2004; 王海等, 2002; Renato 等, 2005; 徐明德等, 2006) 总结指数评价方法的用途、优缺点及适用范围如表 2-1 所示:

表 2-1 指数评价法

名称	用途	优缺点	适用范围
单因子环境质量指数法	描述某一因子的质量现状	简单易操作, 仅限于水体相对污染程度的评判	淡水、海水; 现状、回顾
水质综合指数法	多因子综合评价	便于比较、但未考虑不同因子权重	淡水、海水; 现状、回顾
内梅罗指数法	多因子综合评价	运算方便、物理概念清晰、便于决策; 过于突出最大污染因子, 未考虑权重	淡水、海水; 现状、回顾
营养状态指数	评价营养化水平	没有考虑叶绿素 a 影响、氮磷比之间的关系、也没有类别划分	海水; 现状
有机污染指数	评价有机污染程度	给予类别划分, 较好地说明城市化等影响	海水; 现状



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库